Exigences techniques visant les structures agricoles

D. McDonald

Fiche technique

COMMANDE N° 10-090 AGDEX 714 DÉCEMBRE 2010
(En remplacement de la fiche technique n° 04-014 du MAAARO, qui porte le même titre)

Il est obligatoire, en vertu de la *Loi de 1992 sur le code du bâtiment*, de lever un permis de construire pour tout bâtiment agricole d'une superficie supérieure à 10 m^2 (108 pi^2). Le chef du service du bâtiment peut exiger des dessins détaillés des composantes structurales. Les producteurs se demandent souvent s'ils sont tenus de faire faire certains calculs par un ingénieur. La présente fiche technique précise justement les cas où ces calculs sont nécessaires. Certaines de ces situations sont illustrées à la figure 1.

L'ingénieur a pour rôle de protéger les humains, les animaux, les cultures, les biens et l'environnement par des aménagements solides, fonctionnels et économiques. Il doit tenir compte des nombreuses charges et surcharges et veiller à ce que le bâtiment remplisse bien son rôle.

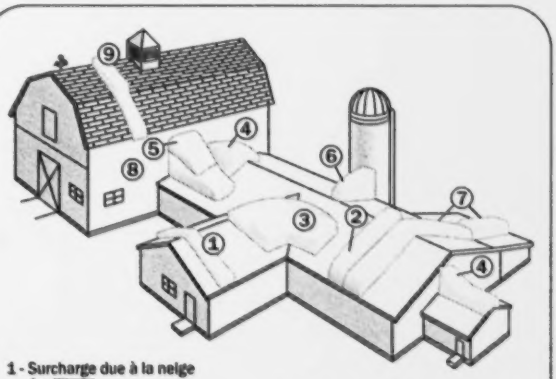

Figure 1. Les bâtiments contigus se caractérisent par des toitures complexes. Il est important que les calculs des surcharges dues à la neige soient bien faits. *Avec la permission de :* Alberta Agriculture.

Le dimensionnement de différentes composantes structurales (lisses, sablières, poteaux, montants, entretoises, semelles, fondations et autres) requiert souvent l'intervention d'un ingénieur. Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO) a élaboré des normes quant au dimensionnement des principales composantes des bâtiments agricoles. Celles-ci sont décrites dans la publication 809F du MAAARO, *Normes de bâtiments de ferme pour dimensionner les matériaux de construction courants*, qui peut être commandée en ligne à www.publications.serviceontario.ca. Le ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario a aussi publié, conjointement avec le MAAARO, le guide *Construction Guide for Farm Buildings*, que l'on peut commander sur le site www.orderline.com.

Il suffit parfois de considérer simplement la superficie ou le coût d'un projet pour avoir une idée de sa complexité. Dans bien des cas, par contre, ces seuls points ne sont pas suffisamment révélateurs. La présente fiche technique dresse une liste des questions qu'il faut se poser au sujet des structures projetées. Le texte qui suit fait ressortir la complexité des structures et aide à comprendre pourquoi le responsable du service du bâtiment peut exiger des calculs détaillés. Plus vite on obtient des réponses à ces questions clés, meilleures sont les chances que la construction se déroule rondement.

Le nouveau bâtiment est-il construit par un entrepreneur d'expérience spécialisé dans la construction de bâtiments agricoles?

Le chef du service du bâtiment aura davantage confiance en un constructeur ou un entrepreneur qui a déjà à maintes reprises réalisé des projets comparables. Un constructeur aguerri a recours aux bonnes méthodes de conception, connaît les dernières techniques du bâtiment, fait de bons raccordements et

Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales
Ontario

sait comment doit fonctionner le bâtiment. Il est préférable de confier à une personne d'expérience les tâches complexes que sont la construction, le contreventement temporaire et les travaux de finition de grosses structures. Il faut savoir que les défaillances se produisent très souvent durant les travaux de construction.

Les méthodes de construction et les plans utilisés respectent-ils les normes?

Si le responsable du service du bâtiment ne connaît pas bien une méthode de construction ou si le bâtiment comporte des composantes inhabituelles, il se peut qu'il exige un plan détaillé. Pour simplifier le processus, choisir des composantes pouvant être calculées à partir de tables de calcul reconnues. Les plans-normes, comme ceux qui sont offerts par le Service de plans du Canada et que l'on peut télécharger depuis le site www.cps.gov.on.ca, sont souvent jugés acceptables. L'intervention d'un ingénieur est obligatoire pour les bâtiments d'une superficie au sol supérieure à 600 m^2 (6 459 pi^2). Les installations de stockage de fumier et autres structures faites de béton armé doivent aussi être approuvées par un ingénieur.

La capacité portante du sol est-elle comparable à celle des autres sites construits des alentours?

Recourir à des semelles et à des fondations qui se sont révélées efficaces dans le passé, dans des conditions de sol comparables. Les sables compactés et bien drainés peuvent supporter des fondations sous forme de dalle flottante. On doit consulter le responsable du service du bâtiment si l'on envisage d'utiliser des fondations peu profondes. Les sols argileux nécessitent des fondations plus profondes sous le niveau du gel. Si le type de sol est inhabituel (argiles molles ou gonflantes, sables boulants, etc.) ou si les conditions particulières du site ne sont pas prévues par les tables de calcul normalisées, faire appel à un ingénieur en géotechnique. Ce dernier déterminera la capacité portante du sol et fera des recommandations quant au type de fondation à utiliser. L'ingénieur de projet utilise cette information pour concevoir des fondations appropriées. Avant de construire un silo ou une autre structure destinée à recevoir de lourdes charges, toujours obtenir un rapport d'une étude d'ingénieurs en géotechnique.

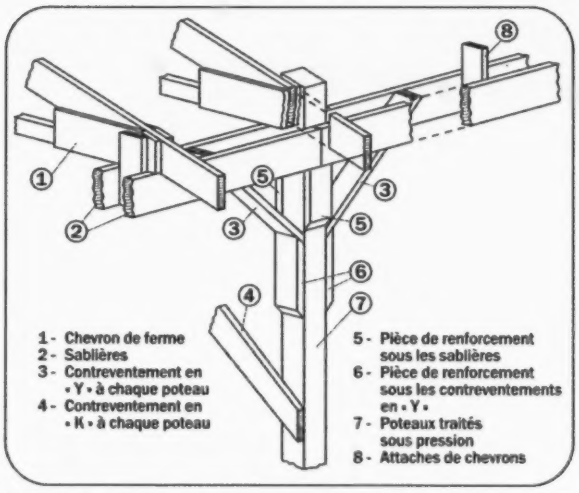

Figure 2. Détails de la charpente type d'un mur d'une construction à charpente à poteaux.

La superficie au sol du nouveau bâtiment est-elle supérieure à 600 m^2 (6 459 pi^2)?

Les gros bâtiments sont plus complexes à construire. Les bâtiments larges doivent pouvoir supporter des surcharges dues à la neige considérables. Ces surcharges peuvent s'accroître encore davantage lorsque de la pluie tombe alors que la toiture est encore couverte de neige. Les fermes de toit de grandes dimensions sont plus difficiles à installer, même par vents très légers. Il est donc important de les faire installer par des personnes compétentes. Des techniques particulières sont employées pour le contreventement (temporaire et permanent) des fermes et des murs de ces gros bâtiments. Les calculs relatifs aux toitures des bâtiments agricoles doivent toujours être réalisés par un ingénieur.

La hauteur des murs latéraux du nouveau bâtiment dépasse-t-elle 3,6 m (12 pi)?

Le contreventement (temporaire et permanent) est difficile à réaliser dans le cas des murs latéraux élevés et des bâtiments à deux étages. C'est là l'une des principales faiblesses des nouveaux bâtiments agricoles. Si l'on n'a pas recours aux techniques courantes de contreventement, il faut absolument confier la conception du système de contreventement à un ingénieur (figure 2).

Le nouveau bâtiment est-il contigu à un autre bâtiment de dimensions ou de hauteur différentes (ou en est-il très rapproché)?
Lorsque des bâtiments contigus ou très proches l'un de l'autre sont de hauteurs différentes, la neige peut glisser ou être soufflée d'une toiture à l'autre.

Il peut s'agir, par exemple, d'une étable laitière à stabulation libre d'un étage qui s'ajoute à l'extrémité d'une étable plus ancienne de deux étages. La neige peut glisser ou être soufflée du toit le plus haut vers le toit le plus bas, ce qui ajoute à la surcharge due à la neige que doit supporter la toiture la plus basse. Un nouveau toit en appentis (élément 7 de la figure 1) peut imposer à un bâtiment existant contigu des surcharges additionnelles que ce bâtiment ne fût pas conçu pour supporter. Même si le nouveau toit en appentis ne correspond pas à une superficie au sol considérable, sa structure peut néanmoins être passablement complexe. Il arrive qu'un toit soit abrité du vent par une rangée d'arbres, un bâtiment plus haut ou une saillie comme une cheminée et être ainsi soumis à une surcharge due à la neige accrue du fait que la neige ne se trouve pas balayée par le vent. Ce toit doit être plus fort qu'un toit non abrité du vent.

Lorsqu'un bâtiment est soumis à des surcharges inhabituelles, demander à un ingénieur de calculer ces surcharges et de recommander les éléments structuraux qui seront à même de supporter ces surcharges.

Les murs latéraux sont-ils percés de portes ou d'ouvertures larges de plus de 3,6 m (12 pi)?
Comme les fermes de toit reposent normalement sur les murs latéraux des bâtiments, les charges se trouvent transférées aux fondations et aux semelles par l'ossature des murs. Comme les bâtiments de ferme modernes sont habituellement d'une largeur d'au moins 12 m (40 pi), les charges ainsi transférées sont considérables et augmentent au fur et à mesure que la largeur des ouvertures s'accroît.

Par exemple, si la charge totale du toit est de 2,0 kPa (42 lb/pi^2) et que les fermes de toit sont espacées de 1 200 mm (48 po), la charge à une extrémité d'une ferme de 12 m (40 pi) est d'environ 1 500 kg (3 300 lb).

Les lisses et les linteaux entourant des ouvertures importantes pratiquées dans les murs doivent être dimensionnés correctement. La règle empirique est la suivante : si la largeur de l'ouverture est doublée, la force doit être multipliée par quatre. Utiliser des poutres en acier ou des poutres composées en bois lorsque la portée est grande.

Les fermes de toit sont-elles préfabriquées ou assemblées sur place par un entrepreneur?
Bien des entreprises offrent des fermes de toit préfabriquées. Leur conception et les techniques employées pour le contreventement et l'ancrage sont complexes, surtout si le bâtiment est large. Les points d'assemblage des pièces de bois sont très importants. Dans le cas de toitures à portées multiples supportées par des poteaux et des poutres intérieures, le dimensionnement des poteaux, des lisses et du contreventement est de toute première importance. Un ingénieur doit toujours se charger du dimensionnement des éléments structuraux des toitures, à moins qu'on puisse utiliser des plans ou des tables de calcul correspondant à des normes.

La structure sert-elle à entreposer ou à supporter du foin, de la paille, des matériaux en vrac comme du grain, de l'ensilage, de l'ensilage mi-fané, des légumes, du fumier liquide ou d'autres liquides?
La conception des silos, des cellules de stockage, des structures d'entreposage de pommes de terre ou des structures de stockage de fumier liquide est de toute première importance. Une défaillance structurale peut être lourde de conséquences tant du point de vue de l'environnement que de celui de la sécurité des humains et des animaux. Ces plans doivent être approuvés par un ingénieur.

La *Loi de 2002 sur la gestion des éléments nutritifs* (LGEN) et le Règlement de l'Ontario 267/03, tels qu'ils ont été modifiés, obligent à faire vérifier par un ingénieur toute nouvelle structure de stockage d'éléments nutritifs liquides. Afin de protéger les eaux de surface et les eaux souterraines, la LGEN exige une évaluation géotechnique. L'ingénieur inspecte le projet en cours de construction et vérifie si la structure et le système de transfert respecteront toutes les normes une fois les travaux achevés.

La conception prévoit-elle une ventilation suffisante et efficace?
La ventilation des bâtiments d'élevage doit procurer un milieu qui maximise le confort et la productivité des animaux. En plus d'évacuer les odeurs, les gaz et l'humidité produite par la respiration, le système doit assurer une alimentation efficace en air frais et contribuer à maîtriser les températures. Pour un

maximum de résultats, optimiser les caractéristiques de conception touchant l'isolation thermique, le chauffage et le refroidissement. Pour plus d'information, voir la publication 833F du MAAARO, *Manuel de ventilation des installations d'élevage de bétail et de volaille.*

Des séparations coupe-feu sont-elles nécessaires dans une structure agricole?

Un plan bien conçu réduit au minimum les risques d'inflammation accidentelle et limite la gravité et les conséquences d'un incendie au-delà de son point d'origine. Le *Code national de construction des bâtiments agricoles* exige que les bâtiments agricoles à faible occupation humaine dont la superficie au sol dépasse la superficie au sol maximale prescrite soient séparés en compartiments coupe-feu par des séparations coupe-feu verticales. Par exemple, la superficie au sol maximale pour un bâtiment agricole d'un seul étage à faible occupation humaine est de 4 800 m^2 (51 667 pi^2).

Séparer du reste du bâtiment les vides de construction dissimulés entre les étages (et entre l'étage supérieur et le vide sous-toit) par des séparations coupe-feu au plancher, au plafond et dans le vide sous-toit. Les vides de construction dans les plafonds, les toits ou les vides sous-toit doivent être divisés au moyen de séparations coupe-feu pour qu'ils n'excèdent une dimension limite de 30 m (98,4 pi) en aucun endroit.

Quels sont les besoins futurs à prévoir?

À l'étape de la conception, une réflexion sur les éventuels besoins à prévoir peut se traduire par des économies de temps et d'argent considérables en bout de ligne. Par exemple, il peut être judicieux d'orienter et de concevoir structurellement le toit en fonction du fonctionnement efficace d'éventuels panneaux solaires. De même, les plans de nouveaux systèmes de traitement du fumier pourraient tenir compte des principes de la digestion anaérobie. Un digesteur anaérobie produit des biogaz en plus de réduire les odeurs et la charge pathogène. Dans tous les cas, il est sage de s'attarder au mode d'alimentation en électricité et, possiblement, au mode de production d'électricité de l'exploitation.

Quelles sont les conséquences environnementales d'une défaillance structurale?

Les conséquences environnementales de la défaillance d'une installation de stockage de fumier liquide d'une capacité de plusieurs centaines de milliers de litres peuvent être considérables. La conception de ces structures doit être soignée et doit être réalisée par un ingénieur. On peut se procurer des plans-normes sur le site du Service de plans du Canada à www.cps.gov.on.ca. Ces plans doivent être vérifiés par un ingénieur.

Une défaillance structurale ne signifie pas nécessairement que le bâtiment va s'effondrer. Il peut s'agir de l'isolant qui devient mouillé à cause d'un pare-vapeur inefficace ou mal choisi. Les pertes économiques sont beaucoup plus grandes si la défaillance se traduit par la perte de la récolte entreposée ou par des problèmes de santé dans le troupeau. Le caractère fonctionnel de la structure est souvent aussi important que sa conception structurale.

Les codes du bâtiment visent essentiellement à garantir que la sécurité du public est prise en compte. « Occupation humaine » s'entend de la densité des personnes à l'intérieur d'une structure et de la facilité avec laquelle il est possible d'évacuer ces personnes. « Faible occupation humaine » se dit d'un bâtiment agricole où il n'y a pas plus de 1 personne/40 m^2 en temps normal. Dans le cas des bâtiments agricoles ayant un faible taux d'occupation humaine, le risque de préjudices subis par des humains à la suite d'une défaillance structurale est plus faible que dans le cas des bâtiments ayant un taux d'occupation élevé. Le *Code du bâtiment de l'Ontario* et les normes du bâtiment qui sont en vigueur en Ontario le sont dans le but de réduire les risques de blessures corporelles ou de décès attribuables à des défaillances structurales.

Le tableau 1 constitue une liste de vérification des points à considérer dans la conception des bâtiments agricoles. Cette liste explique pourquoi le chef du service du bâtiment peut exiger de l'information technique plus détaillée que ce à quoi l'on s'attendait. Parfois, une légère modification technique dans une section du bâtiment peut avoir des répercussions non souhaitables sur d'autres parties du bâtiment.

Chaque bâtiment agricole étant différent, chacun réclame des caractéristiques fonctionnelles et structurales qui lui sont propres. Il s'agit de se demander si le bâtiment agricole projeté soulève des considérations particulières.

Cette fiche technique, initialement rédigée par John Johnson, *ing.*, a été révisée par Dan McDonald, *ing.*, ingénieur, Systèmes de génie civil, MAAARO, London.

Tableau 1. Liste de vérification des points à considérer dans la conception des bâtiments agricoles

Catégorie de composantes	Éléments	Points particuliers à considérer
Généralités	Plans	Des plans sont souvent nécessaires à l'obtention d'un permis de construire. Se renseigner auprès du responsable du service du bâtiment. Des plans d'ingénieur ne seront pas nécessairement exigés. Il se peut que des documents soient nécessaires sur les calculs relatifs aux composantes critiques. Dans le cas des structures simples, un plan d'implantation peut parfois suffire. Les plans du Service de plans du Canada sont accessibles à www.cps.gov.on.ca. Déterminer les dimensions des composantes standard des bâtiments agricoles. Dans le cas des bâtiments de dimensions courantes, consulter un entrepreneur en construction de bâtiments agricoles ou consulter les publications disponibles.
	Matériaux exclusifs	Choix ou caractéristiques des matériaux exclusifs : Les dimensions des matériaux préfabriqués (Parallam[MC], Microlam[MC], etc.) sont souvent précisées par les fournisseurs ou fabricants de ces matériaux.
	Distances minimales de séparation (DMS)	Les DMS II s'appliquent aux installations d'élevage nouvelles et en expansion ainsi qu'aux structures de stockage du fumier. Établir ces distances dès les premières étapes de la planification afin de s'assurer que l'emplacement est bien choisi.
Semelles et fondations	Étude de caractérisation du site	Dans le cas des bâtiments préfabriqués, de types de sol inhabituels ou de structures soumises à des surcharges considérables, une étude de caractérisation du site réalisée par un ingénieur en géotechnique peut être nécessaire. En vertu de la LGEN, une étude géotechnique doit être effectuée dans le cas des structures de stockage d'éléments nutritifs liquides.
	Drainage	L'installation de drains souterrains supplémentaires peut être nécessaire pour garantir au sol une meilleure capacité portante.
Ossature murale	Poteaux ou montants	Faire calculer par un ingénieur les dimensions des poteaux ou des montants. Fixer les murs à claire-voie à l'aide de boulons d'ancrage et les poteaux à l'aide de dispositifs d'ancrage pour empêcher les gros vents de soulever le bâtiment.
	Lisses et sablières	Faire calculer par un ingénieur les dimensions de ces éléments. Si l'espacement entre les poteaux s'accroît (par exemple de 2,4 à 3,6 m [de 8 à 12 pi]), renforcer de plus du double la solidité de ces éléments.
	Contreventement	Dans le cas des bâtiments de dimensions courantes, un entrepreneur en construction de bâtiments agricoles peut décider des contreventements nécessaires. Si la structure est plus complexe, faire appel à un ingénieur. Dans le cas des bâtiments de plusieurs étages ou à parois très hautes, les contreventements revêtent une importance capitale.
	Semelles et fondations	Toujours faire calculer les dimensions des semelles et des fondations par un ingénieur. Utiliser des boulons d'ancrage (s'il y a lieu).
Charpente de plancher	Solives de plancher	Faire calculer par un ingénieur les dimensions des solives de plancher (surtout si le plancher doit être soumis à des charges importantes).
	Poutres	Faire calculer par un ingénieur les dimensions des poutres supportant le plancher.
	Poteaux ou semelles	Les dimensions des poteaux d'appui et des semelles doivent avoir été bien calculées.
Toiture	Charge des matériaux de couverture	Toujours déterminer la charge des matériaux de couverture.
	Résistance à la corrosion	Protéger de la corrosion toutes les composantes métalliques de la toiture (goussets, membrures d'âme). Bien ventiler le vide sous-toit, choisir les matériaux de construction indiqués et/ou assurer une séparation étanche à l'air entre le vide sous-toit et le milieu corrosif.
	Surcharges dues à la neige	Dans le cas des constructions contiguës à des bâtiments existants de hauteurs différentes, tenir compte des surcharges dues à la neige qui s'accumule sous l'effet du vent ou qui glisse. Le dimensionnement des matériaux de charpente et des fondations peut devoir être modifié pour tenir compte de surcharges accrues.
	Fermes	Dans le cas des fermes préfabriquées, toujours se fier aux calculs que fournit le fabricant et qui sont établis par des ingénieurs. Si les fermes sont fabriquées sur place, les faire dessiner par un ingénieur.
	Toiture	Faire calculer les dimensions des chevrons dans le cas de toits à portées multiples ainsi que les dimensions des éléments supportant le toit.
	Contreventement	Confier à un ingénieur les calculs relatifs au contreventement par effet diaphragme du toit ou du plafond.

Tableau 1. Liste de vérification des points à considérer dans la conception des bâtiments agricoles

Catégorie de composantes	Éléments	Points particuliers à considérer
Ouvertures de porte	Linteaux	Confier le dimensionnement des linteaux à un ingénieur si les ouvertures ont plus de 3,66 m (12 pi) de large.
	Poteaux	Au besoin, grossir les poteaux d'appui de part et d'autre d'une porte pour supporter la charge supplémentaire.
	Semelles	Bien dimensionner les semelles des poteaux d'appui.
	Contreventement	Au besoin, renforcer le contreventement de part et d'autre d'une ouverture de porte large. Le contreventement ne doit pas être affaibli par une ouverture de porte.
Énergie	Énergie propre	S'assurer de comprendre les possibilités actuelles et à venir en matière de production d'énergie propre (énergie solaire ou biogaz, par exemple). Envisager des moyens de faciliter éventuellement le raccordement au réseau de distribution d'électricité.
	Efficacité énergétique	Concevoir le bâtiment de manière à pouvoir utiliser des appareils de ventilation, de chauffage et de refroidissement éconergétiques et des matériaux isolants, et à pouvoir mettre en place des mesures de conservation de l'énergie destinées à réduire au minimum la consommation d'énergie et les coûts d'exploitation. Effectuer un calcul des pertes de chaleur et de la charge de refroidissement.
Sécurité incendie	Emplacement, séparation	Garder les lieux où sont entreposés les fourrages, matières inflammables et matières dangereuses dans des compartiments coupe-feu distincts. Utiliser des revêtements intérieurs à faible pouvoir propagateur de flamme. Se doter d'un plan précisant les directives d'évacuation, les voies d'accès par les pompiers et l'emplacement des points d'eau, afin d'atténuer les répercussions d'un éventuel incendie.
	Compartiments coupe-feu	Respecter la superficie au sol maximale prescrite pour les bâtiments à faible occupation humaine. Diviser les superficies au sol supérieures à cette limite maximale en différents compartiments coupe-feu.
	Choix des matériaux	Choisir les composantes du système électrique ainsi que les appareils de chauffage et de ventilation en fonction de leur résistance à des milieux corrosifs ou humides.
Structures particulières	Calculs complets	Des calculs complets effectués par un ingénieur peuvent être exigés. Des calculs complets seront exigés pour les structures de stockage des éléments nutritifs liquides.
	Norme de l'OSA	Se référer aux calculs normalisés publiés par l'Ontario Silo Association.
	Ventilation	Faire une analyse de la ventilation des bâtiments d'élevage.

NOTES PERSONNELLES

Centre d'information agricole :
1 877 424-1300
Courriel : ag.info.omafra@ontario.ca
Bureau régional du Nord de l'Ontario :
1 800 461-6132

www.ontario.ca/maaaro

POD
ISSN 1198-7138
Also available in English
(Order No. 10-089)